

менты и информация о линейных одночленах описываются списками точек `ders` и `com` соответственно):

```
ders={{1,-1},{-1,-1},{0,3/2},{0,0}};  
ShapeFunctions2D[com,ders,{x,y}];  
{0,0,0,0}.
```

Полученный список означает, что одночлены, определяемые списком `com`, не соответствуют функциям формы конечного элемента, описанного данным списком координат четырех узловых точек. Иначе говоря, получить интерполяционные функции для этого элемента, выраженные через одночлены $xу$, x , y и константу, не представляется возможным. В этом случае добиться положительного результата можно с помощью использования одночленов более высокого порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чигарев, А. В., Кравчук, А. С., Смалюк, А. Ф. ANSYS для инженеров. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с. 2. Шимкович Д. Г. Применение MSC/NASTRAN при расчете строительных конструкций. 3. Зенкевич, О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. 544 с. 4. Зенкевич, О., Морган, К. Конечные элементы и аппроксимация. М.: Мир, 1986. 318 с.

УДК 621.359.48

Авдейко В.П., Оськин Д.А.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ФИЛЬТР ДЛЯ УЛАВЛИВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЫЛЕЙ.

*Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь*

Электрофильтр является универсальным газоочистным аппаратом с высокой степенью очистки и низкими энергетическими затратами [1]. Он не только успешно конкурирует с тканевыми фильтрами [2], но в некоторых случаях является единственным газоочистным аппаратом. Например, при очистке воздуха от цементной пыли остаточный цемент адсорбирует атмосферную влагу, и твердая фракция забивает фильтрующую ткань. При этом регенерация фильтра становится невозможной, резко возрастает сопротивление газовому потоку и тканевый фильтр выходит из строя.

В электрофильтре роль фильтрующей ткани играет электрическое поле, практически не имеющее гидравлического сопротивления.

Несмотря на многообразие конструкций электрофильтров [3], все они работают по одной технологической схеме. Частицы пыли заряжаются в поле коронного разряда и по мере движения пылегазового потока в электрическом поле осаждаются на электродах под действием кулоновской силы и удерживаются на них благодаря адгезии и когезии. Регенерация электрофильтра производится периодически, чаще всего ударно-молотковой или вибрационной системой встряхивания.

Анализируя пути повышения эффективности работы электрофильтра, следует отметить два основных направления:

1. Повышение эффективности скорости дрейфа частиц к электродам;
2. Оптимальная организация процесса осаждения и регенерации.

На рис. 1 показан принцип осаждения частиц пылегазового потока в электрическом поле коронного разряда.

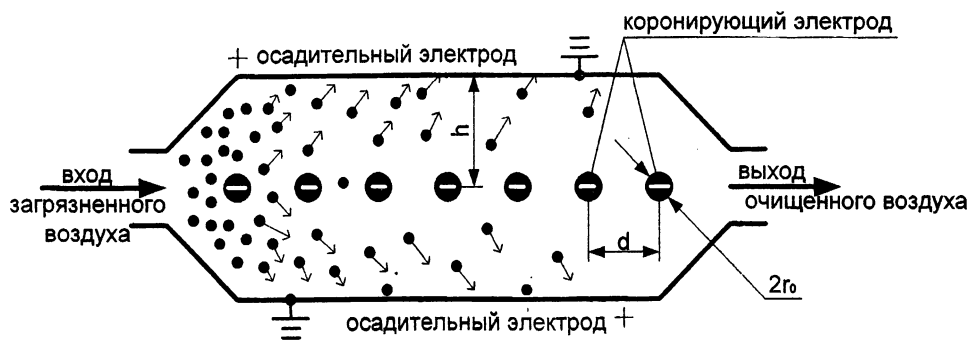


Рисунок 1 - Осаждение частиц потока запыленного воздуха в поле коронного разряда

Между рядами проводов радиусом r_0 и двумя плоскостями осадительных электродов подводится высокое напряжение, благодаря которому создается неоднородное электрическое поле, вызывающее коронный разряд с поверхности проводов. Частицы пыли, проходя межэлектродное пространство, заряжаются отрицательными ионами и по мере движения пылегазового потока осаждаются на заземленных осадительных электродах.

Скорость дрейфа заряженной частицы к осадительному электроду пропорциональна величине заряда, средней напряженности электрического поля и размеру частиц. Практика показала [4], что обобщающей характеристикой, от которой зависит скорость дрейфа частиц, может являться ток коронного разряда, величина которого должна быть по возможности максимальной.

Задача заключается в том, чтобы при определенном межэлектродном расстоянии h выбрать такое расстояние d между коронирующими проводами, которое бы обеспечивало максимальный ток короны. Действительно, если выбрать большое расстояние d , то по длине рабочей зоны можно поместить небольшое количество проводов, и ток короны будет мал. Если расстояние d будет небольшим, то электрическое поле станет практически однородным, в котором ток короны не возникает. Следовательно, существует такое расстояние d , которое обеспечит наибольшую величину тока коронного разряда.

Для системы электродов «ряд проводов между плоскостями» известна вольтамперная характеристика [4].

$$i = k \cdot G \cdot U(U - U_0), \quad (1)$$

где

i – ток коронного разряда на единицу длины провода;

k – подвижность ионов газа;

$G = 4\pi\epsilon_0 / h^2 (\pi h / d + \ln d / 2\pi r_0)$ – коэффициент, определяющий геометрию поля;

U – напряжение между электродами;

$U_0 = E_0 r_0 (\pi h / d + \ln d / 2\pi r_0)$ – начальное напряжение коронного разряда;

$E_0 = 3.03(1 + 0.03/\sqrt{r_0}) \cdot 10^6$ – начальная напряженность поля коронного разряда;

$\epsilon_0 = 1/4\pi \cdot 9 \cdot 10^9$ (Ф/м) – диэлектрическая проницаемость вакуума.

Поверхностная плотность тока:

$$j = \frac{i}{2d} = \frac{2\pi\epsilon_0 k U}{h^2} \left[\frac{U - E_0 r_0 (\pi h / d + \ln d / 2\pi r_0)}{\pi h + d \ln d / 2\pi r_0} \right]. \quad (2)$$

Дифференцируя поверхностную плотность тока по d , и приравнивая производную нулю, после ряда алгебраических преобразований получим зависимость, связывающую геометрию электродов и напряжение между электродами из условия получения максимальной плотности тока коронного разряда:

$$h = \frac{d}{\pi} \left[\sqrt{\frac{U}{E_0 r_0} \left(1 + \ln \frac{d}{2\pi r_0}\right)} - \ln \frac{d}{2\pi r_0} \right]. \quad (3)$$

Аналитическая зависимость (3) разрешена не относительно расстояния между коронирующими электродами d , а относительно межэлектродного расстояния h . Однако, построив семейство характеристик $h=f(d)$ при фиксированных значениях U и r_0 , можно выбрать оптимальное расстояние d в любом диапазоне изменения геометрических и электрических параметров.

На практике чаще всего используется ленточно-игольчатая система коронирующих электродов. Но и в этом случае формула (3) позволяет выбрать с достаточной для практики точностью оптимальное расстояние d между иглами, если выполнить предварительно некоторые эксперименты, связанные с определением радиуса острия иглы r_0 , который зависит от способа изготовления игл. Радиус острия можно определить косвенно по начальному напряжению коронного разряда U_0 . Для этого необходимо на лабораторной установке определить U_0 при фиксированных значениях d и h и вычислить начальную напряженность поля E_0 , после чего определить r_0 . Так, радиус острия треугольных игл с углом при вершине 18° , вырезанных из оцинкованной жести толщиной 1 мм равен 0,052 мм.

Расчет оптимального расстояния d между иглами хорошо согласуется с экспериментальными данными в широком диапазоне изменения U и h [5].

Электрофильтр, изготовленный в УО «Полоцкий государственный университет» (Рис. 2) и эксплуатируемый на ПРУП «Новополоцкжелезобетон» для улавливания цементной пыли, рассчитан на напряжение $U=20\text{кВ}$ при межэлектродном расстоянии 80мм. Оптимальное расстояние между иглами, вычисленное по предложенной методике $d=35\text{мм}$. Экспериментальное значение d при максимальном токе коронного разряда составило 32мм.

Таким образом, была решена проблема оптимизации электрического режима работы электрофильтра. Но эффективность работы электрофильтра в большей мере зависит от качества его регенерации. Как правило, для удаления пыли с электродов в сухих электрофильтрах используются различные системы встряхивания. Но даже при самом интенсивном встряхивании на поверхности осадительных и коронирующих электродов образуется неотряхиваемый слой мелкодисперсной пыли, который может существенно снизить эффективность работы аппарата. Действительно, оставшаяся на поверхности осадительного электрода пыль, снижает напряженность электрического поля, а зарастание пылью игл коронирующих электродов уменьшает ток короны и заряд пылевых частиц. При идеальной регенерации электроды должны быть чистыми. Решение «проблемы чистых электродов» во многом зависит от выбора метода их очистки.

Технико-экономический анализ и практика эксплуатации сухих электрофильтров показали, что из всех существующих способов регенерации заслуживает внимания ударно-шотковая и вибрационная система встряхивания.

Обе системы обладают рядом преимуществ и не лишены недостатков. Поэтому дальнейшее усовершенствование конструкции малогабаритного электрофильтра требует не только выбора наиболее эффективной системы встряхивания, но и глубоких теоретических и экспериментальных исследований, направленных на решение «проблемы чистых электродов».

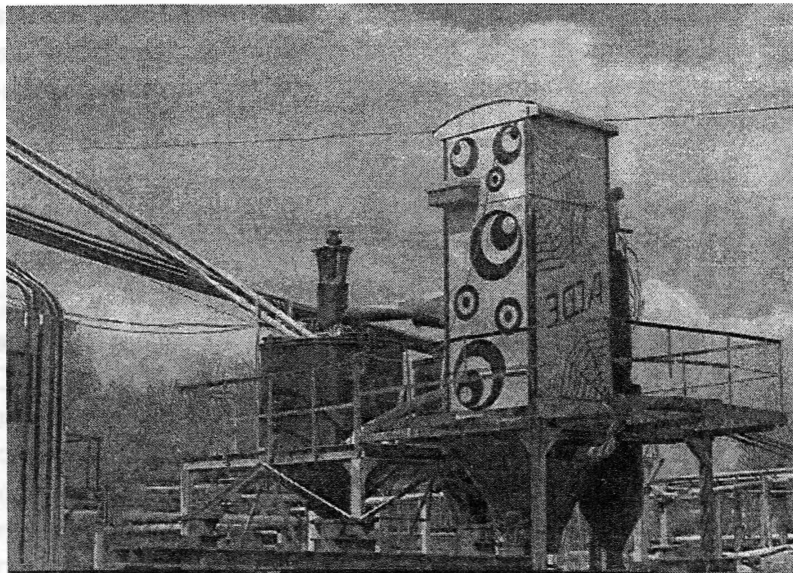


Рисунок 2 - Электрофильтр «ЭФА»

Важнейшим направлением решения этой задачи является снижение адгезии пыли как на поверхности осадительных, так и коронирующих электродов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попков, В.И., Левитов, В.И., Ларионов, В.П., Верещагин, И.П., Пашин, М.М. Состояние и перспективы научных исследований в области промышленного применения сильных электрических полей // *Электричество*. – 1977. – №9 – с. 1-8.
2. Алиев, Г.М.А., Гоник, А.Е. Электрооборудование и режимы питания электрофильтров. – М.: «Энергия», 1971. – 352 с.
3. Внутренние санитарно – технические устройства. // *Справочник проектировщика* под ред. И.Г. Староверова. – Часть II. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.
4. Ужов, В.Н. Очистка промышленных газов электрофильтрами. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1967. – 344 с.
5. Отчет о НИР «Разработка конструкции и организация производства электрофильтров для улавливания промышленных пылей». – Новополоцк. ПГУ. 2003 г. – с.

УДК 62-82.001

Горошко В.Ф.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ГИДРОПРИВОДА С ДРОССЕЛЬНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В гидроприводах с дроссельным регулированием регулирование скорости выходного звена производится посредством изменения сопротивления участка трубопровода, по которому рабочая жидкость поступает в гидродвигатель (регулирование на входе) или идет на слив из гидродвигателя (регулирование на выходе). При обоих способах регулирования давление и расход насоса постоянны, постоянна также и потребляемая насосом мощность. Часть подаваемого насосом расхода постоянно сливается в бак через клапан, не выполняя никакой полезной работы. По этой причине к.п.д. гидроприводов низок и их применение оправдано только при малых мощностях гидродвигателя.